

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-133295

(43)Date of publication of application : 09.05.2003

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065
G03F 7/40
H01L 21/027
H01L 21/3213
H01L 21/8242
H01L 27/108

(21)Application number : 2002-184629

(71)Applicant : HYNIX SEMICONDUCTOR INC

(22)Date of filing : 25.06.2002

(72)Inventor : LEE SUNG-KWON

(30)Priority

Priority number : 2001 200137409
2001 200137411
2001 200137495Priority date : 28.06.2001
28.06.2001
28.06.2001

Priority country : KR

KR

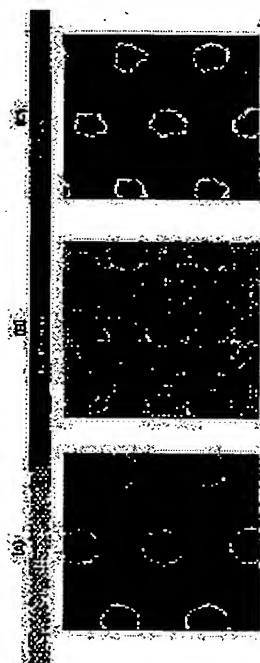
KR

(54) ETCHING METHOD USING PHOTORESIST PATTERN AS MASK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method capable of preventing the distortion of a photoresist pattern, which is formed using a light source having wavelengths of 157 nm to 193 nm, for example, an ArF laser or fluorination (F2) laser source, and thus forming a smaller pattern.

SOLUTION: The etching method using the photoresist pattern as an etching mask comprises a step for applying a photoresist to an etching target layer, a step for forming the photoresist pattern by exposing the photoresist to the light source having the wavelengths of 157 nm to 193 nm and then developing it, a step for forming polymers on a photoresist surface and etching a portion of the etching target layer simultaneously with mixed gas of fluorine-based gas selected among CXFY or CxHyFz (X, Y, Z=1 to 10), Ar, and O2, and a step for etching the etching target layer using the polymers and the photoresist as the etching mask.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-133295

(P2003-133295A)

(43) 公開日 平成15年5月9日(2003.5.9)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード*(参考)
H 0 1 L 21/3065		G 0 3 F 7/40	5 2 1 2 H 0 9 6
G 0 3 F 7/40	5 2 1	H 0 1 L 21/302	1 0 5 A 5 F 0 0 4
H 0 1 L 21/027		21/30	5 7 0 5 F 0 3 3
21/3213		21/88	D 5 F 0 4 6
21/8242		27/10	6 8 1 B 5 F 0 8 3

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-184629(P2002-184629)

(22) 出願日 平成14年6月25日(2002.6.25)

(31) 優先権主張番号 2 0 0 1 - 0 3 7 4 0 9

(32) 優先日 平成13年6月28日(2001.6.28)

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(31) 優先権主張番号 2 0 0 1 - 0 3 7 4 1 1

(32) 優先日 平成13年6月28日(2001.6.28)

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(31) 優先権主張番号 2 0 0 1 - 0 3 7 4 9 5

(32) 優先日 平成13年6月28日(2001.6.28)

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 591024111

株式会社ハイニックスセミコンダクター
大韓民国京畿道利川市夫鉢邑牙美里山136
- 1

(72) 発明者 李 ▲ソン▼ 権

大韓民国京畿道利川市夫鉢邑牙美里山136
- 1

(74) 代理人 100065215

弁理士 三枝 英二 (外10名)

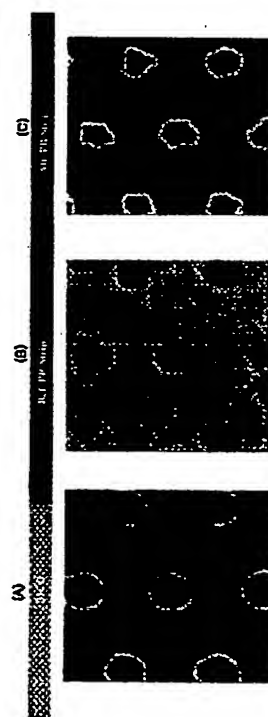
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フォトレジストパターンをマスクに利用するエッチング方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 157nmないし193nm波長の光源、例えば、ArFレーザまたはフッ化(F₂)レーザ光源を利用して形成されたフォトレジストパターンの変形を防止でき、より微細なパターンを形成できるエッチング方法を提供する。

【解決手段】 フォトレジストパターンをエッチングマスクに利用するエッチング方法において、エッチング対象膜上にフォトレジストを塗布する工程と、波長が157nmないし193nmである光源でフォトレジストを露光した後、現像してフォトレジストパターンを形成する工程と、C_xF_yまたはC_xH_yF_z(X、Y、Z=1~10)の中で選択されたフッ素系ガス、Ar及びO₂からなる混合ガスを用いてフォトレジスト表面にポリマー形成と同時にエッチング対象膜の一部をエッチングする工程と、ポリマー及びフォトレジストをエッチングマスクに利用してエッチング対象膜をエッチングする工程とを含む。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 フォトリソグパターンをエッチングマスクに利用するエッチング方法において、エッチング対象膜上にフォトリソグを塗布する工程と、波長が157nmないし193nmである光源で前記フォトリソグを露光した後、現像してフォトリソグパターンを形成する工程と、

C_xF_y または $C_xH_yF_z$ ($x, y, z=1\sim 10$)の中で選択されたフッ素系ガス、Ar及び SiO_2 からなる混合ガスを用いて前記フォトリソグ表面にポリマー形成と同時に前記エッチング対象膜の一部をエッチングする工程と、前記ポリマー及び前記フォトリソグをエッチングマスクに利用して前記エッチング対象膜をエッチングする工程とを含むことを特徴とするエッチング方法。

【請求項2】 前記露光光源が、ArFレーザまたは F_2 レーザであることを特徴とする請求項1に記載のエッチング方法。

【請求項3】 前記フォトリソグは、COMA(Cycloolefin-maleic Anhydride)またはアクリレート(Acrylate)のいずれか一つであることを特徴とする請求項2に記載のエッチング方法。

【請求項4】 前記ポリマーを形成する工程で、5SCCMないし20SCCMのフッ素系ガス、100SCCMないし1000SCCMのArガス、及び1SCCMないし5SCCMの O_2 ガスの混合ガスを利用して前記ポリマーを形成することを特徴とする請求項1に記載のエッチング方法。

【請求項5】 前記ポリマーを形成する工程は、25℃ないし80℃温度、10mTorrないし50mTorrの圧力及び500Wないし2000Wのパワー条件下で実施することを特徴とする請求項4に記載のエッチング方法。

【請求項6】 前記フォトリソグパターンを形成する工程後、前記フォトリソグパターンを硬化させる工程をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載のエッチング方法。

【請求項7】 前記ポリマーを形成する工程後、前記フォトリソグパターンを硬化させる工程をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載のエッチング方法。

【請求項8】 前記フォトリソグパターンを硬化させる工程で、前記フォトリソグパターン内にArイオンを注入することを特徴とする請求項6または7に記載のエッチング方法。

【請求項9】 前記フォトリソグパターンを硬化させる工程で、 $10^{10}/cm^3$ ないし $10^{15}/cm^3$ のドーズのArを100KeVないし300KeVのエネルギーで注入することを特徴とする請求項8に記載のエッチング方法。

【請求項10】 前記フォトリソグパターンを硬化させる工程で、前記フォトリソグパターンをArプラズマで処理することを特徴とする請求項6または7に記載のエッチング方法。

【請求項11】 前記フォトリソグパターンを硬化させる工程は、1mTorrないし10mTorrの圧力及び500Wないし2000Wのパワー条件下で実施されることを特徴とする請求項10に記載のエッチング方法。

【請求項12】 前記フォトリソグパターンを硬化させる工程で、前記フォトリソグパターンに電子ビームを照射することを特徴とする請求項6または7に記載のエッチング方法。

【請求項13】 前記フォトリソグパターンを硬化させる工程で、 $400\mu C/cm^3\sim 4000\mu C/cm^3$ のエネルギーで電子ビームを注射して前記フォトリソグパターンを硬化させることを特徴とする請求項12に記載のエッチング方法。

【請求項14】 前記フォトリソグパターンを形成する工程後、前記フォトリソグパターンをフローさせる工程をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載のエッチング方法。

【請求項15】 前記フォトリソグパターンを、100℃ないし220℃の温度及び常圧の圧力下で1分ないし30分間ホットプレート、オープンまたはUVベークングのいずれか一つを利用してフローさせることを特徴とする請求項14に記載のエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、半導体装置の製造方法に関し、特に、波長が157nmないし193nmである露光光源、例えば、ArFまたは F_2 レーザ光源で形成されたフォトリソグパターンをエッチングマスクに利用するエッチング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体工程におけるフォトリソグラフィは、半導体基板上に多様な物質でパターンを形成させることを目的として、対象物質層上にレジスタと呼ばれる高分子物質を塗布した後、マスクを利用して光を選択的に透過させてレジスタに感光反応を起こし、それを現像してレジスタパターンを形成させ、そのレジスタを障壁として対象物質をエッチングし、最終的に所望のパターンを形成する技術である。

【0003】 半導体素子の集積度向上は、フォトリソグラフィ技術に発展によりなされてきた。フォトリソグラフィ法は、パターンを形成する技術であって、露光工程とエッチング工程とを含んでなっている。ただ、昨今では、通常、フォトリソグラフィは、露光工程で代表されるパターン転写工程を称することが多く、細部的には光源による光学フォトリソグラフィと非光学フォトリソグラフィとに分けられる。

【0004】 フォトリソグラフィ工程の開発は、露光装置自体の発展はもちろん、レジスト材料の開発、マスクの開発、工程方法の開発などの面において発展してきた。露光装置の開発においては、0.6mm以上の大きい開

口数NA(Numerical Aperture)のレンズの開発、アライメント装置の開発がなされてきた。レジスト材料開発の例としては、CAR(Chemically Amplified Resist)タイプのレジスタの開発が挙げられる。マスク面においては、PSM(Phase Shift Mask)とOPC(Optical Proximity Correction)などの多くの技術開発がなされてきた。そして、工程側面においては、TLR(Tri Layer Resist)、BLR(Bi-Layer Resist)、TSI(Top Surface Imaging)、ARC(Anti Reflective Coating)を利用した工程開発が例として挙げられる。

【0005】以下では、露光装置の進展過程について述べる。

【0006】初期の露光装置は、密着露光(コンタクト露光)装置で、ウェーハ上に直接マスクを当てて目で合わせた後、露光する方式であった。この技術がさらに発展してマスクと基板との間に僅かな間隙を取ってウェーハとマスクの欠損を防止する近接露光(プロキシミティ露光)装置が開発された。その場合、解像度を高めるためには、間隙を小さくするのであるが、間隙の大きさによって軟接触(ソフトコンタクト、10~20 μ m程度)と硬

接触(ハードコンタクト、10 μ m未満程度)と呼ばれた。

【0007】その後、1970年代初期には、反射や屈折を利用した光学系を採用した投影タイプの露光装置の開発によって、解像度はもちろん、マスクの寿命延長とウェーハサイズの大口径化が計られ、製品開発への適用が本格的に開始された。その後、1970年代中頃には半導体の大量生産に画期的な寄与をし、フォトリソグラフィの技術開発の転機となった投影光学を利用したステッパの時代が始まった。ステッパは、1~数チップ分の拡大寸法マスクを利用してウェーハ上に順次パターンを露光する「ステップ&リピードアライナ」装置の短縮語であって、この装置の露光装置を用いることによって、解像度とアライメント精度が向上した。初期のステッパは、マスクパターン対基板上投影パターンの比率が5:1または10:1の縮小投影露光方式により設計されたが、マスクパターンのサイズの限界によって、1/5縮小投影方式が主流をなすようになった。

【0008】また、1990年代初め頃から開発された「ステップ&スキニング」タイプのスキナ装置は、1/4縮小方式であるため、マスクパターン作成に負担が掛かったが、ますます大きくなるチップのサイズに対応して、生産性を高めることができる露光装置である。

【0009】光学転写法における解像度は、光源の波長と密接な関係があるが、「ステップ&リピードアライナ」の露光方式を採用したステッパ光源の波長は、436nm(g線)、365nm(i線)、248nm(KrF Excimer Laser)波長のDUV(Deep Ultra-violet、遠紫外線)に進展してきた。初期のg線($\lambda=436$ nm)を使用した露光装置では、約0.5 μ mルールのパターンが可能であったし、i線($\lambda=365$ nm)を使用した露光装置では、約0.3 μ mルールのパター

ンが可能であった。248nmのDUVフォトリソグラフィは、初期に時間遅延効果、下地依存性などのような多くの問題が発生して、0.18 μ m水準のデザインの製品が開発され、0.15 μ m以下のデザインを持つ製品を開発するためには、新しい193nm(ArF Excimer Laser)の波長を持つ新しいDUV転写法の技術開発が必須である。

【0010】DUVリソグラフィは、i線に対する解像度及びDOF(Depth Of Focus)などの性能面において優れているが、工程制御が容易ではない。このような問題は、短い波長による光学的な原因と化学増幅型レジストの使用による化学的な原因とに区分できる。波長が短くなれば、定在波効果によるCD(critical dimension)変動現象と下地位相の差に起因する反射光による過感光の現象が激しくなる。CD変動とは、入射光と反射光の干渉の度合いがレジストの微小な厚さの差、または下地フィルムの厚さの差によって変わることにより、結果的に線の幅が周期的に変わる現象をいう。DUV工程では、感度向上のために化学増幅型レジストを用いざるを得ないが、その反応メカニズムと関連してPED(Post Exposure Delay)安定性、下地依存性などの問題点が発生する。

【0011】現在は、ArFレーザ($\lambda=193$ nm)を光源とする装置を0.11 μ mルール以下のパターンを目標として開発している。ArF露光技術の核心課題の一つは、ArF用レジスタの開発である。すなわち、KrFフォトリソグラフィ工程で用いられる化学増幅型レジストのように、ベンゼン環を有する物質、例えば実用化されているCOMA(Cycloolefin-maleic Anhydride)(シクロオレフィン無水マレイン酸)、アクリラート(Acrylate)系統のポリマー型、またはこれらの混合型のレジスタは使用できないためである。ベンゼン環は、ドライエッチング耐性を確保するため、i線及びKrFを利用したフォトリソグラフィ工程でレジスタとして用いられた。しかし、ArFレジストにベンゼン環が用いられる場合、ArFレーザの波長領域である193nmで吸光度が大きいので、透明性が落ちて、レジスタの下部まで露光ができないだけでなく、そのため、形成されたフォトレジストパターンをエッチングマスクに利用する工程途中にパターンの変形が発生したり、フォトレジストが片方に片寄る現象が発生する。

【0012】すなわち、ArFレーザビームを光源として利用して形成された縞模様状のフォトレジストパターンがエッチング工程で変形される問題点が発生する。

【0013】このように、ArFレーザビームを光源として利用して形成されたフォトレジストパターンの変形は、コンタクト孔形成過程でも発生する。したがって、ArFレーザビームを光源として利用して形成されたフォトレジストパターンをエッチングマスクに利用したコンタクト孔形成過程でリソグラフィ工程の限界により0.1 μ m以下のコンタクト孔を形成するのは難しい。

【0014】したがって、ベンゼン環を有しないでドライエッチング耐性を確保することができ、接着力がよ

く、2.38%濃度のTMAH(Tetra-Methyl Ammonia Hydroxide)に現像できる材料の研究が勧められているが、半導体素子製造工程に適用されるにはまだ多くの限界を持っている。

【0015】図1は、ArFレーザビームを光源として利用して形成された縞模様状のフォトレジストパターン1がエッチング工程で変形されたことを示す写真であって、説明しない図面符号2は。エッチング領域を示す。

【0016】このようなArFレーザビームを光源として利用して形成されたフォトレジストパターンの変形はコンタクト孔形成過程で発生する。図2は、ArFレーザビームを光源として利用して形成されたフォトレジストパターンをエッチングマスクに利用したコンタクト孔形成過程でフォトレジストパターン及びコンタクト孔の断面形状を示すSEM写真であって、Aはフォトレジスト現像後、Bはエッチング工程後フォトレジストパターン除去前、Cはフォトレジスト除去後露出されたコンタクト孔の断面を示す。

【0017】また、コンタクト孔形成工程を進行する場合、リソグラフィ工程の限界によりArFレーザビームを利用したリソグラフィ工程を利用して0.1 μ m以下のコンタクト孔を形成することは困難である。

【0018】したがって、ArF光源により形成されたフォトレジストパターンを高温でフローさせて狭いコンタクト孔形成領域を定義する方法が用いられているが、この方法はコンタクト孔周辺を覆うフォトレジストパターンの厚さが減少してエッチングの際負担(Burden)として作用する。

【0019】図3Aないし図3Eは、従来の技術によってArF光源で形成したフォトレジストパターンをエッチングマスクに利用してビットラインコンタクト孔を形成する過程で発生する問題点を示す。

【0020】図3Aは、ビットラインコンタクト孔が形成された素子のレイアウトであって、活性層1、ワードライン32、ビットライン33、活性層1とビットライン33との間のビットラインコンタクトプラグ34の配置を示している。

【0021】図3Bは、図3AのX-X'方向に切断した断面図であって、従来の工程順にしたがって形成されたビットライン33を示している。図3Bにおいて図面符号30は基板を示し、35及び36のそれぞれは層間絶縁膜を示す。ビットラインコンタクト孔形成の限界上、すなわちコンタクト孔を一定のサイズ以下に形成することが困難であるため、図3Bの37に示すように、ビットライン35形成後にビットラインコンタクトプラグ34が露出される問題点がある。図3Cは、図3Bのような構造が基板上に実在具現されたときの状態を示すSEM写真である。

【0022】また、前述したように、コンタクト孔がビットラインの幅より広く形成されることによって、ビットライン形成のためのエッチング過程で、図3Dに示すよ

うに、コンタクト孔内に形成されるビットライン33部分が損傷されてアンダーカット38が発生することもある。そして、露出されていたビットラインコンタクトプラグ34が、ビットライン形成のためのエッチング過程で損傷されてビットラインコンタクトプラグ34内にトレンチTが形成されて、そのトレンチTに絶縁膜39が埋め込まれて絶縁膜39内にはボイドVが発生してビットライン33と他の導線間の短絡を誘発し得るし、コンタクト抵抗が増加することになるなどの素子の電気的特性に大きな影響を及ぼすことになる。

【0023】前述したように、限られたサイズ以下にコンタクト孔の大きさを減少させることが困難である問題点を解決するために、フォトレジストパターン形成後、リフロー(reflow)工程を実施してフォトレジストパターンが定義するコンタクト孔のサイズより小さいコンタクトを形成する方法が計られている。

【0024】図4は、リフローによるArFフォトレジストパターンの臨界寸法(Critical Dimention)の減少を示すSEM写真であって、DICDが170nmであるフォトレジストパターンを1分ないし30分間オープンベキング工程で150℃温度でリフローされることによって臨界寸法が変わることを示している。図4に示すA、B、C、Dのそれぞれの臨界寸法は、140nm、130nm、120nm、110nmである。このように、リフローを通じて臨界寸法の減少を計ることはできるが、リフローによってフォトレジストの厚さが減少して再現性が落ちる。このような理由により、ArFレーザビームを利用したフォトレジストパターンをリフローする場合でも臨界寸法は90nm程度が限界である。

【0025】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、上記のような従来技術の問題点を解決しようとするもので、157nmないし193nm波長の光源、例えば、ArFレーザまたはフッ化(F₂)レーザ光源を利用して形成されたフォトレジストパターンの変形を防止でき、より微細なパターンを形成できるエッチング方法を提供することを目的とする。

【0026】

【課題を解決するための手段】上記の技術的課題を達成するため、この発明によるフォトレジストパターンをマスクに利用するエッチング方法は、フォトレジストパターンをエッチングマスクに利用するエッチング方法において、エッチング対象膜上にフォトレジストを塗布する工程と、波長が157nmないし193nmである光源で前記フォトレジストを露光した後、現像してフォトレジストパターンを形成する工程と、C_xF_yまたはC_xH_yF_z(X、Y、Z=1~10)の中で選択されたフッ素系ガス、Ar及びO₂からなる混合ガスを用いて前記フォトレジスト表面にポリマー形成と同時に前記エッチング対象膜の一部をエッチングする工程と、前記ポリマー及び前記フォトレジストをエッチングマスクに利用して前記エッチング対象膜をエッチングする工程とを含んでなることを特徴とする。

【0027】また、この発明は、前記ポリマーを形成する工程前または後に前記フォトレジストパターンを硬化させる工程をさらに含むこともできる。

【0028】また、この発明は、前記ポリマーを形成する工程前に前記フォトレジストパターンをフローさせる工程をさらに含むこともできる。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、この発明の好ましい実施態様を添附の図面を参照しながら詳細に説明する。

【0030】図5Aないし図5Dは、この発明の第1実施例に係るArFレーザビームを光源として利用して形成したフォトレジストパターンをエッチングマスクに利用してコンタクト孔を形成する工程を示す断面図である。

【0031】まず図5Aに示すように、隣り合う導電膜パターンの例としてゲート電極51を半導体基板50上に形成し、ゲート電極上部及び側面にそれぞれハードマスク52及びスペーサ53を形成した後層間絶縁膜54を形成する。前記ハードマスク52は、後続のセルフアラインメントエッチングなどによるゲート電極の損傷を防止するためのものである。本発明の実施例では前記ハードマスク52及び前記スペーサ53のそれぞれを窒化膜で形成し、前記層間絶縁膜54は、APL(Advanced Planarization Layer)酸化膜、BPSG(Boro Phospho Silicate Glass)、SOG(Spin On Glass)、HDP(High Density Plasma)酸化膜、または窒化膜などで形成する。

【0032】次いで、層間絶縁膜54上にフォトレジストを塗布した後、ArFレーザ光源を利用してフォトレジストパターン55を形成する。本発明の実施例で前記フォトレジストパターンは、COMA(Cycloolefin-maleic Anhydride)、またはアクリラート(Acrylate)などを500Åないし6000Åの厚さに塗布して形成する。

【0033】次いで、前記フォトレジストパターン55上にポリマー56を形成すると同時に層間絶縁膜54の一部をエッチングする。前記ポリマー56は、図2Bに示すように、Arを利用して硬化されたフォトレジストパターン55'を形成する。

【0034】前記ポリマー56は、 C_xF_y または $C_xH_yF_z$ (X、Y、Z=1~10)の中で選択されたフッ素系ガス、 F_2 及び O_2 から発生したプラズマを利用して形成する。この場合、 O_2 は1sccmないし5sccmの流量比で供給する。

【0035】前記硬化されたフォトレジストパターン55'は、Arプラズマ処理またはArイオン注入を通じてフォトレジストパターンの耐性を向上させることにより形成する。ここで、Arプラズマ処理は、1mTorrないし10mTorrの低圧力及び500Wないし2000Wの高パワー条件で実施する。そしてArイオン注入は、 $10^{10}/cm^3$ ないし $10^{15}/cm^3$ のドーズを100KeVないし300KeVで注入して実施する。このような低圧力及び高パワーの条件下で硬化されたフォトレジストパターン55'を形成することによって、フォトレジストパターンの変形を最小化させること

ができる。

【0036】次に、図5Cに示すように、前記ポリマー56及び硬化されたフォトレジストパターン55'をエッチングマスクとして利用して層間絶縁膜54を選択的にエッチングして隣り合うゲート電極51間のスペーサ53及び半導体基板50表面を露出させるコンタクト孔57を形成する。このようなエッチング工程過程で前記半導体基板50を25℃ないし80℃に保持し、 C_4F_8 、 C_4F_6 または CH_2F_2 から選択されたフッ素系ガスとArガスを利用したプラズマエッチングを実施し、エッチング工程後には洗浄工程を実施してエッチング副産物であるポリマーなどを除去する。

【0037】次に図5Dに示すように、ポリマー56及び硬化されたフォトレジストパターン55'を除去する。

【0038】前述したようになされる本発明の一実施例に係るフォトレジストパターン上にポリマーを形成した後、フォトレジストパターンを硬化させてエッチング耐性を向上させることによって、ArFレーザビームを利用して形成されたフォトレジストパターンの変形を防止できる。

【0039】図6Aないし図6Eは、この発明の第2実施例に係るArFレーザビームを光源として形成したフォトレジストパターンをエッチングマスクに利用してビットラインを形成する工程を示す断面図である。

【0040】まず、図6Aに示すように、ソース/ドレイン活性層61の形成が完了した半導体基板60上に層間絶縁膜62を形成し、選択的にエッチングして活性層61を露出させるコンタクト孔を形成し、導電膜を蒸着し平坦化工程を実施してコンタクト孔を介して前記活性層61にコンタクトされるビットラインコンタクトプラグ63を形成した後、層間絶縁膜64を形成する。前記ビットラインコンタクトプラグ63は、選択的エピタキシャル成長(Selective epitaxy growth)を通じて形成された単結晶シリコンまたは多結晶シリコンなどで形成する。前記層間絶縁膜64は、APL(Advanced Planarization Layer)酸化膜、BPSG(Boro Phospho Silicate Glass)、SOG(Spin On Glass)、HDP(High Density Plasma)酸化膜または窒化膜などで形成する。

【0041】次に、図6Bに示すように、ビットラインコンタクトプラグ63上にArFレーザビームを光源としてフォトレジストパターン65を形成し、フォトレジストパターン65の表面を硬化させてエッチング耐性を向上させる。前記フォトレジストパターン65は、アクリラートまたはCOMAで形成し、Arイオン注入または電子ビーム照射などを通じて前記フォトレジストパターン65を硬化させる。一方、電子ビーム照射時フォトレジストパターン65の収縮によるパターン変形が発生し得るので、適切なエネルギーで電子ビームを照射しなければならない。本発明の好ましい実施例では、 $400\mu C/cm^3 \sim 4000\mu C/cm^3$ のエネルギーで電子ビームを照射して前記フォトレジストパターン65を硬化させる。

【0042】次に、図6Cに示すように、フォトレジストパターン65上に50Åないし500Å厚さのポリマー66を形成する。前記ポリマー66は、5sccmないし20sccmのフッ素系ガス、すなわち、 C_xF_y または $C_xH_zF_z$ ($x, y, z=1\sim10$) の中で選択されたフッ素系ガス、100SCCMないし1000SCCMのAr及び1SCCMないし5SCCMの O_2 を利用して10mTorrないし50mTorrの圧力条件に、及び500Wないし2000Wのパワーを10秒ないし60秒間印加して形成する。このように形成されたポリマー66は、フローにより厚さが薄くなったフォトレジストパターン65を保護して工程の再現性を高め、ポリマー66の厚さほどコンタクト領域の幅を減少させることができる。

【0043】次に、図6Dに示すように、ポリマー66で覆われたフォトレジストパターン65をエッチングマスクとして利用して層間絶縁膜64を選択的にエッチングしてコンタクトプラグ63表面を露出させてコンタクト孔67を形成した後、ポリマー66及びフォトレジストパターン65を除去する。

【0044】次に、図6Eに示すように、コンタクト孔67を介してビットラインコンタクトプラグ63にコンタクトされるビットライン68を形成する。ビットライン68は、W、TiまたはCoなどで形成する。

【0045】上記したようになされるこの発明の第2実施例に係るArFレーザビームを光源として利用して形成されたフォトレジストパターンを硬化させた後、その上部にポリマーを形成することによって微細なパターンを形成することができ再現性を向上させることができる。

【0046】図7Aないし図7Fは、この発明の第3実施例に係るArFレーザビームを光源として形成したフォトレジストパターンをエッチングマスクに利用してビットラインを形成する工程を示す断面図である。

【0047】まず、図7Aに示すように、ソース/ドレイン活性層71形成が完了した半導体基板70上に層間絶縁膜72を形成し選択的にエッチングして活性層71を露出させるコンタクト孔を形成し、導電膜を蒸着し平坦化工程を実施してコンタクト孔を介して前記活性層71にコンタクトされるビットラインコンタクトプラグ73を形成した後、層間絶縁膜74を形成する。前記ビットラインコンタクトプラグ73は、選択的エピタキシャル成長を通じて形成された単結晶シリコンまたは多結晶シリコンなどからなる。前記層間絶縁膜74は、APL酸化膜、BPSG、SOG、HD P酸化膜または窒化膜などで形成する。

【0048】次に、図7Bに示すように、ビットラインコンタクトプラグ73上にArFレーザビームを光源として利用してフォトレジストパターン75を形成して臨界寸法が「d1」であるビットラインコンタクト孔を形成する。前記フォトレジストパターン75は、アクリラートまたはCO MAで形成する。

【0049】次に、図7Cに示すように、フロー工程を実施してフォトレジストパターン75が定義するコンタクト

孔の臨界寸法を「d2」に減少させる。前記フロー工程は、100℃ないし220℃の温度及び常圧の圧力下で1分ないし30分間ホットプレート(Hotplate)、オープン(Oven)またはUVベーキング(Bake)を利用して実施する。

【0050】次に、図7Dに示すように、フローされたフォトレジストパターン75上に一定の厚さのポリマー76を形成して、コンタクト領域の臨界寸法を「d2」よりさらに狭い「d3」となるようにする。前記ポリマーは、5sccmないし20sccmのフッ素系ガス、すなわち C_xF_y または $C_xH_zF_z$ ($x, y, z=1\sim10$) の中で選択されたフッ素系ガス、100SCCMないし1000SCCMのAr及び1SCCMないし5SCCMの O_2 の混合ガスを利用して、10mTorrないし50mTorrの圧力及び500Wないし2000Wのパワー条件で形成する。このように形成されたポリマー76は、フローにより厚さが薄くなったフォトレジストパターン75を保護して工程の再現性を高め、臨界寸法を減少させることによって、狭いコンタクト領域形成ができるようにする。

【0051】次に、図7Eに示すように、ポリマー76で覆われたフォトレジストパターン75をエッチングマスクとして利用して層間絶縁膜74を選択的にエッチングしてコンタクトプラグ73表面を露出させ、臨界寸法が「d3」であるコンタクト孔77を形成した後、ポリマー76及びフォトレジストパターン75を除去する。

【0052】次に、図7Fに示すように、コンタクト孔77を介してビットラインコンタクトプラグ73にコンタクトされるビットライン78を形成する。ビットライン78は、W、TiまたはCoなどで形成する。

【0053】図8は、従来の技術に係るレーザ光源で形成したフォトレジストパターンのフロー温度に応じた臨界寸法変化(K)と、本発明に係るArFレーザビームを光源として利用してフォトレジストパターンを形成し、その上部にポリマーを形成した場合フロー温度に応じた臨界寸法変化(K')を比較して示すグラフであって、PRフロー温度に応じたDICDの減少程度温度を示すものであって、本発明により20Å程度の臨界寸法減少が得られることを示している。

【0054】上記したようになされる本発明の第3実施例に係るArFレーザ光源で形成されたフォトレジストパターンをフローさせた後、その上部にポリマーを形成することによって、微細なパターンを形成することができ再現性を向上させることができる。

【0055】なお、この発明は上記の実施例に限られるものではない。この発明の趣旨から逸脱しない範囲内で多様に変更実施することが可能である。

【0056】

【発明の効果】 上述したようになされるこの発明は、ArFまたは F_2 レーザ光源を利用したフォトレジストパターン形成後、フッ素系及び酸素系プラズマを利用してフォトレジストパターン上にポリマー形成と同時に層間絶縁膜の一部をエッチングすることによって、その後のエッ

チング過程でフォトレジストパターンの変形を防止することができる。また、ArFレーザ光源を利用して形成されたフォトレジストパターンをフローさせて微細領域を定義した後、フォトレジストパターン上にポリマーを形成した後、エッチングマスクに利用することによって、フォトレジストパターンの変形を防止することができる。また、ポリマーの厚さほど臨界寸法を減少させることができるので、微細パターン形成に寄与できる。そして、ポリマー形成前後にArまたは電子ビーム注射によりフォトレジストパターンを硬化させることによって、フォトレジストパターンのエッチング耐性をより向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来のArF光源を利用して形成されたフォトレジストパターンがエッチング過程で変形されることを示すSEM写真である。

【図2】 ArFレーザビームを光源として利用して形成されたフォトレジストパターンをエッチングマスクに利用したコンタクト孔形成過程でフォトレジストパターン及びコンタクト孔の断面形状を示す写真である。

【図3A】 従来の技術に係るArF光源で形成したフォトレジストパターンをエッチングマスクに利用してビットラインコンタクト孔を形成する過程で発生する問題点を示す図である。

【図3B】 従来の技術に係るArF光源で形成したフォトレジストパターンをエッチングマスクに利用してビットラインコンタクト孔を形成する過程で発生する問題点を示す図である。

【図3C】 従来の技術に係るArF光源で形成したフォトレジストパターンをエッチングマスクに利用してビットラインコンタクト孔を形成する過程で発生する問題点を示す図である。

【図3D】 従来の技術に係るArF光源で形成したフォトレジストパターンをエッチングマスクに利用してビットラインコンタクト孔を形成する過程で発生する問題点を示す図である。

【図3E】 従来の技術に係るArF光源で形成したフォトレジストパターンをエッチングマスクに利用してビットラインコンタクト孔を形成する過程で発生する問題点を示す図である。

【図4】 リフローによるフォトレジストパターンの臨界寸法(Critical Dimention)の減少を示すSEM写真である。

【図5A】 この発明の第1実施例に係るビットラインコンタクト形成工程断面図である。

【図5B】 この発明の第1実施例に係るビットラインコンタクト形成工程断面図である。

【図5C】 この発明の第1実施例に係るビットラインコンタクト形成工程断面図である。

【図5D】 この発明の第1実施例に係るビットラインコンタクト形成工程断面図である。

【図6A】 この発明の第2実施例に係るビットラインコンタクト形成工程断面図である。

【図6B】 この発明の第2実施例に係るビットラインコンタクト形成工程断面図である。

【図6C】 この発明の第2実施例に係るビットラインコンタクト形成工程断面図である。

【図6D】 この発明の第2実施例に係るビットラインコンタクト形成工程断面図である。

【図6E】 この発明の第2実施例に係るビットラインコンタクト形成工程断面図である。

【図7A】 この発明の第3実施例に係るビットラインコンタクト形成工程断面図である。

【図7B】 この発明の第3実施例に係るビットラインコンタクト形成工程断面図である。

【図7C】 この発明の第3実施例に係るビットラインコンタクト形成工程断面図である。

【図7D】 この発明の第3実施例に係るビットラインコンタクト形成工程断面図である。

【図7E】 この発明の第3実施例に係るビットラインコンタクト形成工程断面図である。

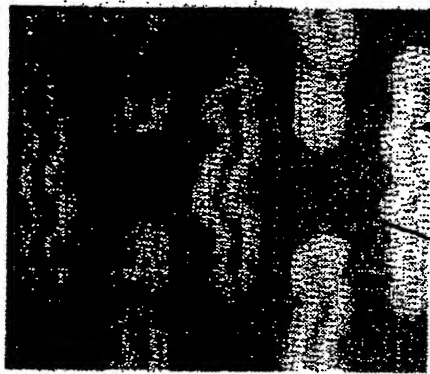
【図7F】 この発明の第3実施例に係るビットラインコンタクト形成工程断面図である。

【図8】 フロー温度に応じたフォトレジストパターンの臨界寸法変化を示すグラフである。

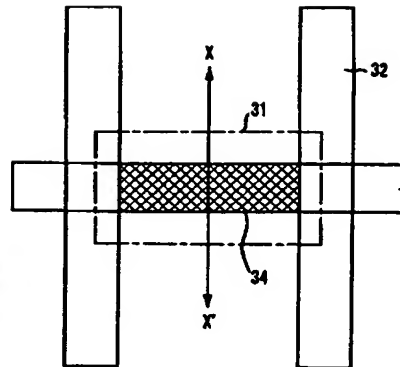
【符号の説明】

50、60、70	基板
51、61、71	ゲート電極
52、62、72	ハードマスク絶縁膜
53、63、73	スペーサ
54、64、84	層間絶縁膜
55、65、75	フォトレジストパターン
56、66、76	ポリマー
57、67、77	コンタクト孔
58、68、78	ビットライン

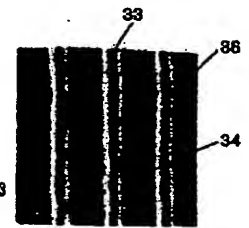
【図1】



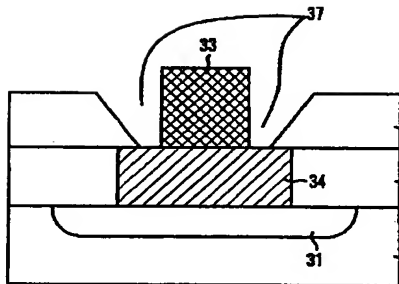
【図3A】



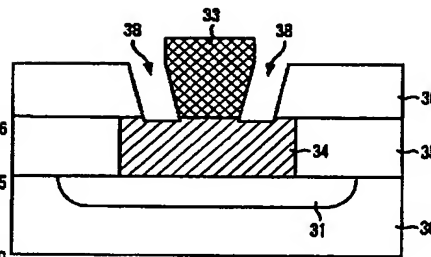
【図3C】



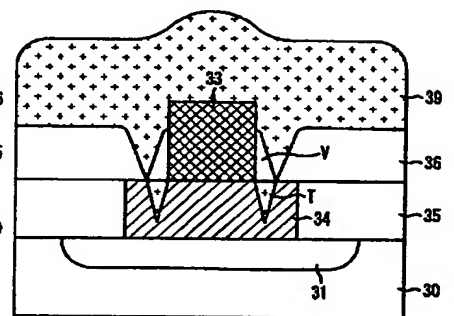
【図3B】



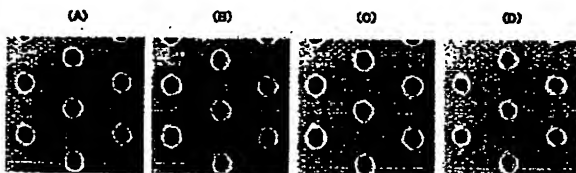
【図3D】



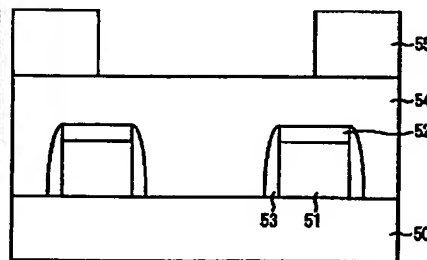
【図3E】



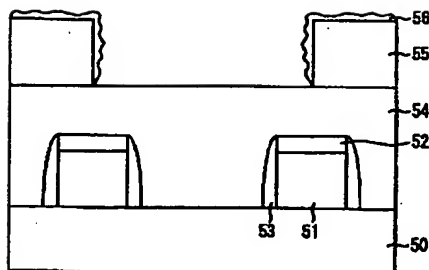
【図4】



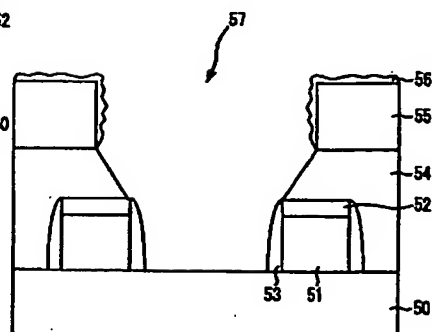
【図5A】



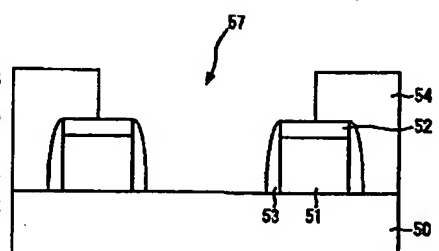
【図5B】



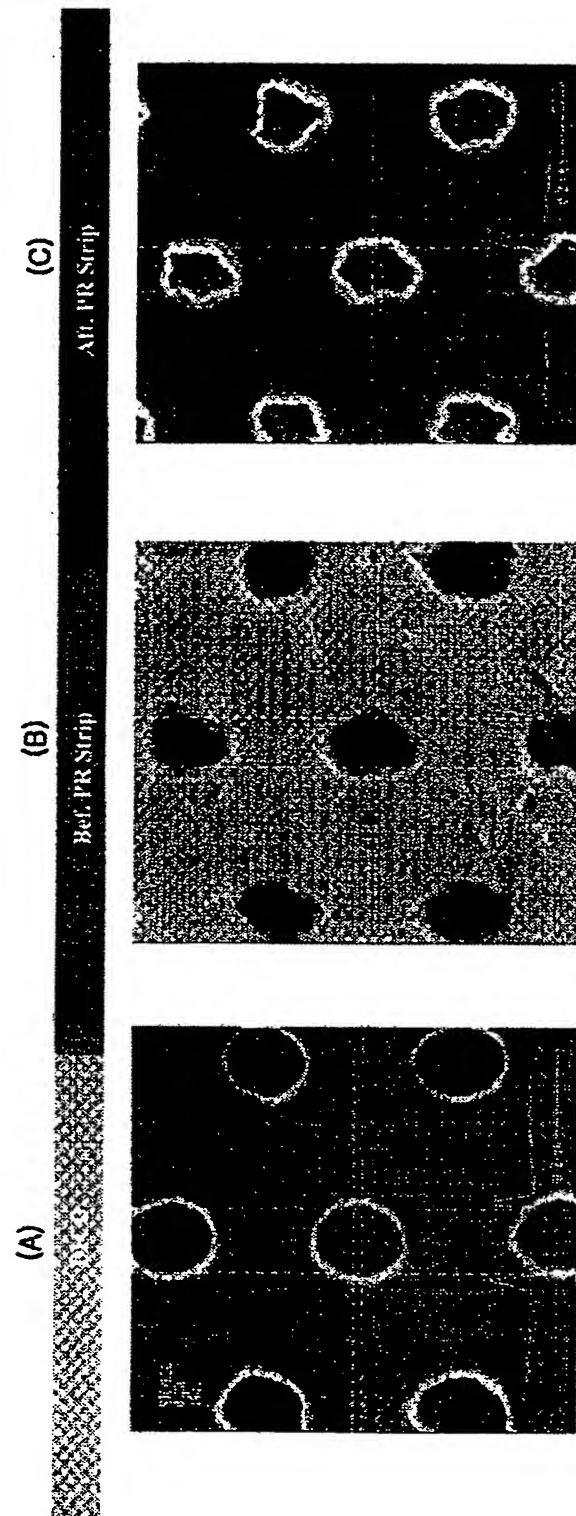
【図5C】



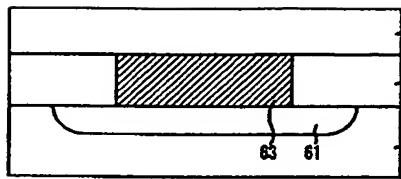
【図5D】



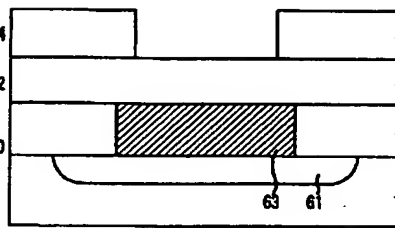
【図2】



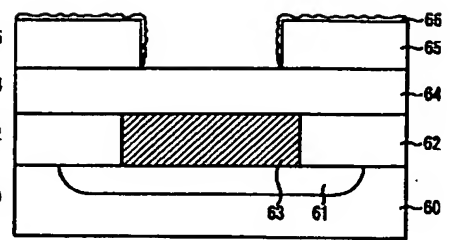
【図6A】



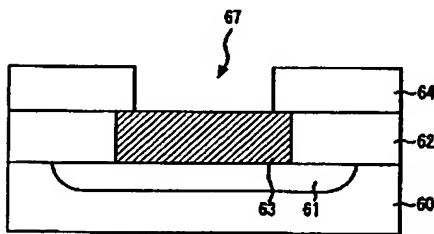
【図6B】



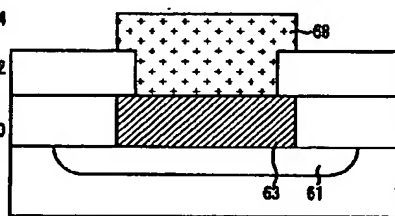
【図6C】



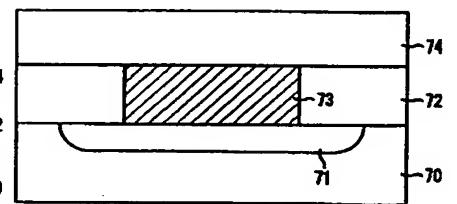
【図6D】



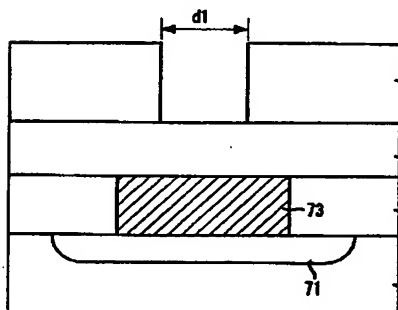
【図6E】



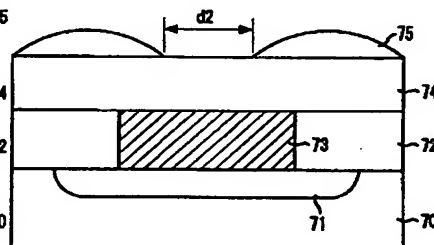
【図7A】



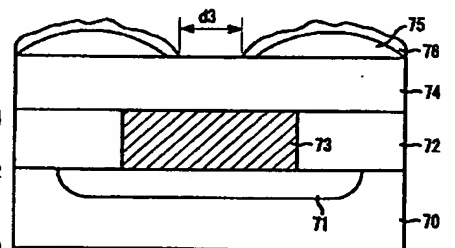
【図7B】



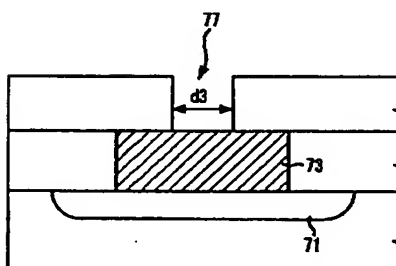
【図7C】



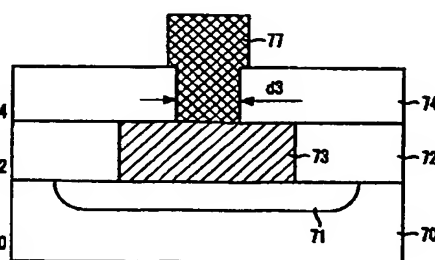
【図7D】



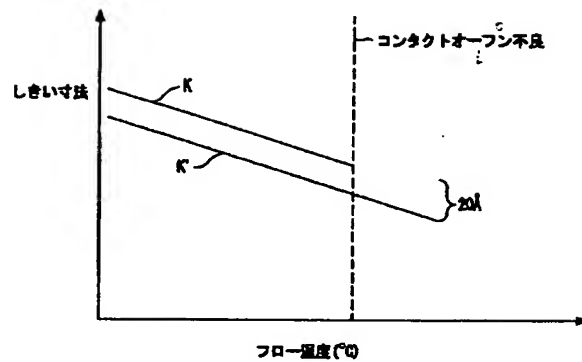
【図7E】



【図7F】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷
H 0 1 L 27/108

識別記号

F I

ターマコード (参考)

F ターム (参考) 2H096 AA25 BA20 EA03 EA04 HA23
HA30 JA04
5F004 DA00 DA15 DA23 DA26 EA04
EB01 EB03 FA02 FA04
5F033 HH15 HH18 HH19 JJ01 JJ15
JJ18 JJ19 KK03 KK04 QQ01
QQ09 QQ15 QQ26 QQ28 QQ37
RR04 RR06 RR09 RR15 VV16
WW00 WW03 WW05 WW06 WW07
XX03
5F046 CA08 LA18 LA19
5F083 JA39 KA05 MA06 MA20 PR01

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.